

(18)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

(11)

Veröffentlichungsnummer:

**0 210 392  
A2**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21)

Anmeldenummer: 86107974.7

(51)

Int. Cl.<sup>4</sup>: B 01 D 53/34

(22)

Anmeldetag: 11.06.86

(30)

Priorität: 29.06.85 DE 3523326

(43)

Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
04.02.87 Patentblatt 87/6

(64)

Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE

(71)

Anmelder: STEAG AG  
Bismarckstrasse 54 Postfach 10 37 62  
D-4300 Essen 1(DE)

(72)

Erfinder: Eichholtz, Andreas, Dr.-Ing.  
Bass-Brathe-Weg 16  
D-4350 Recklinghausen(DE)

(72)

Erfinder: Weller, Helmut, Ing. grad.  
Hofer Heide 31  
D-5620 Velbert 1(DE)

(64)

Verfahren zur Abscheidung von NO<sub>x</sub> aus Gasen, insbesondere Rauchgasen.

(57)

Bei unserem Verfahren zur Abscheidung von NO<sub>x</sub> aus Gasen, insbesondere Rauchgasen, bei dem das NO<sub>x</sub> aus dem Rauchgas an einem festen Adsorptionsmittel, insbesondere Aktivkohle/Aktivkoks, unter Zugabe eines Reduktionsmittels, insbesondere Ammoniak, CO, Wasserstoff, katalytisch abgetrennt wird und bei dem das Adsorptionsmittel mehrmals hintereinander mit dem zu entstickenden Gas in Kontakt gebracht wird, ist zur weiteren NO<sub>x</sub>-Minderung vorgesehen, daß das Adsorptionsmittel mit zumindest einem Anteil an Reduktionsmittel vorbeladen und danach mit dem zu entstickenden Gasstrom in Berührung gebracht wird.

EP 0 210 392 A2



1 STEAJ Aktiengesellschaft  
Bismarckstraße 54  
4300 Essen 1

6 Stichwort: Vorbeladung  
Az. 805

Verfahren zur Abscheidung von NO<sub>x</sub> aus Gasen, insbesondere Rauchgasen

- 10 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Abscheidung von NO<sub>x</sub> aus Abgasen, insbesondere Rauchgasen, der im Oberbegriff des vorstehenden Anspruches 1 genannten Art.
- 15 Unter Rauchgasen werden solche Rauchgase verstanden, die bei der Verbrennung schwefelarmer Brennstoffe entstehen bzw. deren Schwefeldioxidanteile durch eine vorgeschaltete Entschwefelungsanlage basierend auf einem z.B. nassen, halbtrockenen, trockenen Verfahren vermindert werden.
- 20 Als Absorptionsmittel zur Entfernung der Schwefeldioxidanteile kommen dabei z.B. Lösungen bzw. Suspensionen auf Ca-, Mg-, Na-, NH<sub>3</sub>-Basis zum Einsatz, wie dies z.B. in W. Kaminsky, Chem. Ing.-Technik 55 (1983), Seite 673 ff beschrieben ist. Neben einer weitgehenden Reduzierung
- 25 der Schwefeloxide wird aber heute eine Minderung des Stickoxidgehaltes in den Rauchgasen gefordert. Ein Verfahren der im Oberbegriff des vorstehenden Anspruches 1 genannten Art ist z.B. aus der DE-OS 29 11 712 bekannt, bei dem in einer Wanderschicht aus kohlenstoffhaltigen Adsorptions-
- 30 mitteln nach dosierter Zugabe von gasförmigen Ammoniak als Reduktionsmittel die Stickstoffoxide katalytisch zu Stickstoff unter Erzeugung von Wasserdampf reduziert werden. Dies Verfahren hat den Nachteil, daß durch die alleinige
- 35 Zugabe des Reduktionsmittels in das Rauchgas vor dem Eintritt desselben in das Adsorptionsmittelbett ein ausreichend hoher Abscheidegrad von größer als 60 % nur dann erreicht wird, wenn das behandelte Abgas einen sehr hohen

- 1 Reduktionsmittelüberschuß bezogen auf den abzuscheidenden Stickstoffoxidgehalt des Abgasstroms aufweist.

5 Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren der im Oberbegriff des vorstehenden Anspruches 1 genannten Art anzugeben, bei dem ein hoher Abscheidungsgrad ohne unzulässig hohen Reduktionsmittelüberschuß erreicht wird.

- 10 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale im Kennzeichen des Anspruches 1 gelöst.

Die Erfindung geht dabei von der Erkenntnis aus, daß die Reaktion zwischen den Stickoxiden und dem Reduktionsmittel  
15 an der äußeren und inneren Oberfläche des Adsorptionsmittels abläuft. Durch die erfindungsgemäße Vorbeladung wird erreicht, daß an der äußeren und inneren Reaktionsoberfläche des Feststoffadsorptionsmittels ständig Reduktionsmittel gespeichert wird und für die Reaktion mit den im  
20 Abgas enthaltenen Stickoxiden zur Verfügung steht. Im Vergleich zu einer Zufuhr des Reduktionsmittels in den Gasstrom vor dessen Inkontaktbringen mit dem Adsorptionsmittel muß das Reduktionsmittel bei Vorbeladung des Adsorptionsmittels nicht erst aus der Gasphase durch Film-  
25 und/oder Porendiffusion an die innere Reaktionsoberfläche des Adsorptionsmittels gelangen, so daß die Vorbeladung zu einer entsprechenden Erhöhung der Reaktionsgeschwindigkeit führt; mithin steht jedem Stickstoffoxid-Molekül,  
30 das durch die Poren zur inneren Oberfläche diffundiert, sofort ein Molekül des Reduktionsmittels als Reduktionspartner gegenüber. Vorzugsweise erfolgt die Vorbeladung gemäß den Merkmalen des Anspruches 2. Dabei wird eine Führung der beiden Stoffströme im Gegenstrom bevorzugt.  
35 Der Transport des Adsorptionsmittels kann dabei in Richtung der Schwerkraft erfolgen (Wanderbett) oder z.B. auch durch Fluidisierung über das Reduktionsmittel (z.B. Wirbelrinne)

## 3

- 1 oder durch mechanische Einbauten innerhalb der Vorbela-  
dungsstufe, die die Bewegung auf die Adsorptionsmittel-  
schüttung übertragen. Wie bereits erwähnt ist es von Vor-  
teil, das erfindungsgemäße Verfahren einer Rauchgasent-  
5 schwefelung nachzuschalten. Es ist daher vorgesehen, daß  
das beladene Adsorptionsmittel in einen vorentschwefelten  
Rauchgasstrom eingebracht wird, der nach der Entschwefelung  
auf eine Temperatur von 60 °C - 180 °C vorzugsweise 80 °C  
- 180 °C erwärmt wird.
- 10 Eine einfache Verfahrensführung wird erreicht, wenn das  
vorbeladene Adsorptionsmittel einem Wanderbettreaktor  
zugeführt wird. Dabei wird vorzugsweise an dessen oberem  
Ende das vorbeladene Adsorptionsmittel aus der Vorbela-  
15 dungsstufe aufgegeben und an dessen unterem Ende abge-  
nommen, wobei jeweils geeignete Zufuhr- bzw. Abzugsschleusen  
vorgesehen sind. Abrieb und bei Vorschaltung einer Entschwe-  
felung evtl. gebildete feste Reaktionsprodukte zwischen  
dem Reduktionsmittel und den restlichen Schwefeloxiden  
20 werden nach dem Austritt aus dem Reaktor vom Adsorptions-  
mittel entfernt (z.B. Absieben, Sichten) um einen Aktivi-  
tätsverlust durch Verstopfung der Poren des Feststoff-  
adsorptionsmittels zu vermeiden.
- 25 Vorstehend erwähnter Temperaturbereich, bei dem das vorbe-  
ladene Adsorptionsmittel in Berührung mit dem zu entstik-  
kenden Gasstrom gebracht wird, kann durch Wiederaufheizung  
des vorzugsweise entschwefelten Abgases mittels Wärmetau-  
scher (regenerativ mit Rohrauchgasen oder mit Fremdenergie)  
30 erfolgen. Aus einem Wanderbettreaktor kann das vorbeladene  
Adsorptionsmittel auch einem Festbettreaktor aufgegeben  
werden. In diesen beiden Fällen ist es möglich, das zu  
entstichende Rauchgas und das Reduktionsmittel zwei Adsorp-  
tionsmittelreaktoren aufzugeben, die abwechselnd mit Rauch-  
35 gas durchströmt bzw. mit dem Reduktionsmittel beladen  
werden, wie dies im Anspruch 6 beansprucht ist. Beim Um-

1 schalten des mit Reduktionsmittel vorbeladenen Reaktors  
auf Abgas- bzw. Rauchgasbetrieb erfolgt eine Reaktion  
des adsorptiv gebundenen Reduktionsmittels mit den Stick-  
stoffoxiden des Abgases. Reaktionsprodukte von Schwefeloxi-  
5 den mit dem Reduktionsmittel werden durch Austrag einer  
Teilmenge des Adsorptionsmittels entfernt und das Adsorp-  
tionsmittel wird nach der Regeneration in einen der Behälter  
zurückgeführt. Die Regeneration von Feststoffadsorptions-  
mitteln ist an sich bekannt.

10

In vielen Fällen reicht es aus, daß zur Vorbeladung das  
Reduktionsmittel in Mischung mit einem Verdünnungsgas  
verwendet wird.

15 Gemäß Anspruch 8 wird bei der Vorbeladung überschüssiges  
Reduktionsmittel dem Abgasstrom vor dessen Kontakt mit  
dem vorbeladenen Adsorptionsmittel zugesetzt, d.h. die  
Restanteile an Reduktionsmittel, die in der Vorbeladungs-  
stufe nicht vom Adsorptionsmittel aufgenommen werden,  
20 können aus der Gasphase der Vorbeladungsstufe in das Abgas  
vor Eintritt in den Entstickungsreaktor eingemischt werden.  
Falls die Entstickung in Wanderbettreaktoren erfolgt,  
ist es zweckmäßig, frisches Adsorptionsmittel zum Aus-  
gleich des Abriebs dem Adsorptionsmittel bei Vorbeladung  
25 zuzusetzen. Im Zusammenhang mit der Reinigung in Wander-  
bettreaktoren soll noch darauf hingewiesen werden, daß  
die optimale Wanderungsgeschwindigkeit des Adsorptionsmit-  
tels durch den Adsorptionsmittelreaktor im wesentlichen  
von den Entstickungsparametern (vornehmlich dem Abschei-  
30 degrad der Stickoxide) und der Druckverluständerung im  
Wanderbett bestimmt wird.

Gemäß Anspruch 10 wird die Vorbeladung des Adsorptionsmit-  
tels über die Feststoffverweilzeit des Adsorptionsmit-  
35 tels mit dem Reduktionsmittel, die Konzentration des Reduk-  
tionsmittels im Beladungsgas und/oder die Temperatur in

1 der Vorbeladungsstufe eingestellt.

Es kann zweckmäßig sein, daß entsprechend dem abzuscheiden-  
den Stoffstrom an Stickoxiden gemäß Anspruch 11 verfahren  
5 wird, dabei wird jedoch angestrebt, daß ein wesentlicher  
Anteil des Reduktionsmittels über die Vorbeladung der  
katalytischen Reaktion zugeführt wird. Es wird daher wieder-  
um bevorzugt, daß 20 % - 100 % der Vorbeladung zugeführt  
werden und nur 80 % - 0 % in das Abgas vor katalytische  
10 Reaktion eingeleitet werden, vorzugsweise 50 % - 100 %  
bzw. 50 % - 0 %.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß durch die Vor-  
beladung des Adsorptionsmittels mit Reduktionsmittel die  
15 Reaktionsgeschwindigkeit erhöht und der Gehalt an über-  
schüssigem Ammoniak erniedrigt werden kann, wie das nach-  
folgende Beispiel zeigt, bei dem der Gehalt an überschüs-  
sigem Ammoniak in gereinigtem Gas  $6,0 \text{ mg/m}^3_{\text{n}}$  gegenüber  
dem Reduktionsmittelüberschuß bei der bekannten Verfahrens-  
20 führung in Höhe von ca.  $30 \text{ mg/m}^3_{\text{n}}$ .

Die Erfindung soll nun anhand der beigefügten Figuren  
und in einem Beispiel näher beschrieben werden. Es zeigt:

26 Figur 1 eine Darstellung des Verfahrensschemas für  $\text{NO}_x$ -Ab-  
scheidung in einem Wanderschichtreaktor bei vorheriger  
 $\text{SO}_2$ -Abscheidung,

Figur 2 eine schematische Darstellung der Vorbeladungs-  
stufe zur Vorbeladung des Adsorptionsmittels mit Reduk-  
tionsmittel, wie sie bei der Ausführungsform gemäß Figur 1  
30 zum Einsatz kommen kann und

Figur 3 eine schematische Darstellung der Verfahrensfüh-  
rung, bei der zwei Reaktoren jeweils abwechselnd mit dem  
Reduktionsmittel beladen und anschließend vom zu entstik-  
kenden Abgas durchstromt werden. Gemäß Figur 1 wird Rauch-  
gas RG einer Entschwefelungsanlage 1, die auf einem trockenen,  
35 halbtrockenen oder nassen Entschwefelungsverfahren

1 basiert, entschwefelt. Beispiele für Entschwefelungsverfahren sind in der Beschreibungseinleitung angegeben. Das  
entschwefelte Gas wird über eine Rohrleitung 2 einem Wär-  
metauscher 3 zugeführt, um es auf die Eintrittstemperatur  
5 des Reaktors im Bereich von 60 °C - 180 °C zu erwärmen.  
Die Notwendigkeit einer Erwärmung und die Erwärmungstem-  
peraturdifferenz hängt von dem vorgeschalteten Entschwe-  
felungsverfahren ab. Über eine Leitung 4 wird das erwärmte  
und entschwefelte Rauchgas einem Adsorptionsmittelreaktor  
10 zugeführt, der vorzugsweise mit einem kohlestoffhaltigen  
Feststoff-Adsorptionsmittel gefüllt ist. Gemäß Figur 1  
ist der Adsorptionsmittelreaktor ein Wanderbettreaktor,  
wobei abgezogenes Adsorptionsmittel nach bekannten Ver-  
fahren von Abrieb und evtl. Reaktionsprodukten der Rauch-  
15 gasentschwefelung gereinigt wird. Über eine Leitung 6  
wird das Adsorptionsmittel in eine Vorbeladungsstufe 7  
eingeführt. In diese Vorbeladungsstufe wird über eine  
Leitung 8 entweder reines Reduktionsmittel, z.B. Ammoniak  
oder eine Mischung aus Reduktionsmittel mit einem Verdün-  
20 nungsgas eingeführt, wobei das Adsorptionsmittel beträch-  
tliche Mengen des Reduktionsmittels an seiner inneren Ober-  
fläche speichert. Über eine Leitung 9 wird das Reduktions-  
mittel im Kreislauf geführt und über eine Leitung 10 wird  
überschüssiges Reduktionsmittel in die Leitung 4 einge-  
25 speist, d.h. in die Gasphase vor dem NO<sub>x</sub>-Abscheidereak-  
tor 5 eingemischt. Über eine Leitung 11 wird frisches  
Adsorptionsmittel zugeführt, das den hinter Reaktoraustritt  
- in nicht gezeigter bekannter Weise - entfernten Abrieb  
ersetzt und in der Vorbeladungsstufe 7 zusammen mit dem  
30 aus dem Reaktor 5 abgezogenen Adsorptionsmittel mit dem  
Reduktionsmittel beladen wird. Die Zufuhr des insgesamt  
vorbeladenen Adsorptionsmittels aus der Vorbeladungsstu-  
fe 7 zur NO<sub>x</sub>-Abscheidestufe des Reaktors erfolgt über  
eine Leitung 12. Aus dem Reaktor 5 wird das entstickte  
35 Reingas über eine Leitung 13 abgezogen. Somit steht im



- 1 Reaktor die für die  $\text{NO}_x$ -Abscheidung erforderlich Redukti-  
onsmittelmenge zur Verfügung, wobei je nach Behandlung  
des Adsorptionsmittels mit Reduktionsmittel  $\text{NO}_x$ -Abscheide-  
grade zwischen 20 % - 95 % eingestellt werden können,  
5 wobei zugleich unzulässig hohe Konzentrationen von Reduk-  
tionsmittel im Abgas in der Leitung 13 vermieden werden.

In der Figur 2 ist eine bevorzugte Ausführungsform für  
die Vorbeladungsstufe 7 dargestellt. Die Vorbeladung des  
10 über Leitung 6 herangeführten Adsorptionsmittels mit Reduk-  
tionsmittel erfolgte bei dem gezeigten Beispiel in einem  
Wanderschichtreaktor 7, in dessen oberem Teil das Adsorp-  
tionsmittel aus der  $\text{NO}_x$ -Abscheidestufe 5 über eine gasdichte  
Schleuse 14 zugeführt wird und während der Wanderung durch  
15 den Reaktor 7 mit dem Reduktionsmittel 8 im Gegenstrom  
beladen wird. Oberhalb eines gasdurchlässigen schräggestell-  
ten Verteilerbodens 15 wird vorbeladenes Adsorptionsmittel  
über eine gasdichte Schleuse 16 abgezogen und über Lei-  
tung 12 dem Adsorptionsmittelreaktor 5 zugeführt, z.B.  
20 pneumatisch oder mechanisch über ein Becherwerk. Über  
die Leitung 11 wird frisches Adsorptionsmittel zugegeben,  
das den Abrieb in der  $\text{NO}_x$ -Abscheidestufe 5 ersetzt. Das  
Reduktionsmittel wird über ein Gebläse 17 und die Leitung 8  
dem Hohlraum unter dem gasdurchlässigen Verteilerboden 3  
25 zugeführt, der für eine gleichmäßige Verteilung des Reduk-  
tionsmittels über das Adsorptionsmittelwanderbett 7 sorgt.  
Am Kopf der Vorbeladungsstufe 7 wird über Leitung 9 ein  
geringer Anteil an Reduktionsmittel abgezogen. Ein Teilstrom  
des so abgezogenen Reduktionsmittelüberschusses kann über  
30 Leitung 10 in die Gasphase vor dem Adsorptionsmittelre-  
aktor 5 eingemischt werden. Der für die jeweilige  $\text{NO}_x$ -  
Abscheidung erforderliche Reduktionsmittelbedarf wird  
in gezeigter Weise über Leitung 8 eingebracht, in die  
das Gebläse 17 eingeschaltet ist. Wobei - wie bereits  
35 erwähnt - über Leitungen 8 und 9 das Beladungskreis im  
Kreislauf geführt werden kann.

1 Bei der Ausführungsform gemäß Figur 3 sind zwei Adsorp-  
tionsmittelreaktoren 5a und 5b vorgesehen, welche als  
Festbett- oder Wanderbettreaktoren betrieben werden können.  
Diese werden vom Rauchgas im Gegen- oder Gleichstrom,  
5 vorzugsweise Kreuzstrom beaufschlagt. Vor Beaufschlagung  
des Reaktors 5a mit zu reinigendem Rauchgas wird über  
die Zuleitung 8 bei geöffneten Ventilen 17 und 18 bzw..  
geschlossenen Ventilen 19 und 20 das Reduktionsmittel  
bzw. Reduktionsmittel-Verdünnungsgas-Gemisch durch den  
10 Reaktor 5a geleitet. Die Anteile am Reduktionsmittel,  
die nicht von dem Adsorptionsmittel aufgenommen werden,  
können über die Leitung 9a im Kreislauf gefahren werden  
oder über die Leitung 10a, 10 in das Rauchgas eingemischt  
werden. Sobald das Adsorptionsmittel im Reaktor 5a in  
16 der gewünschten Weise mit Reduktionsmittel beladen ist,  
wird das Rauchgas bei geöffnetem Absperrorgan 4a' - bzw.  
geschlossenem Absperrorgan 4b' - durch den Reaktor 5a  
geleitet und verläßt diesen von Stickoxiden gereinigt  
über Leitung 13a.  
20

Reaktor 5b wird - während der Beaufschlagung des Reaktors 5a  
mit Rauchgas - bei geöffneten Ventilen 19 und 20 und ge-  
schlossenen Ventilen 17 und 18 in der vorstehend beschrie-  
benen Weise mit Reduktionsmittel unter Kreislauf über  
25 Leitung 9b beaufschlagt.

Sobald der Stickoxidanteil im Rauchgas hinter Reaktor 5a  
nicht mehr unterhalb der geforderten Konzentrationsgrenze  
30 liegt, wird das Rauchgas bei geschlossenem Absperrorgan 4a'  
- bzw. geöffnetem Absperrorgan 4b' - durch den Reaktor 5b  
geleitet. Reaktor 5a wird jetzt analog der im Zusammenhang  
mit dem Reaktor 5b beschriebenen Betriebsweise mit Reduk-  
tionsmittel beaufschlagt. Die Reaktoren 5a und 5b werden  
35 somit wechselweise für die Stickoxidabscheidung einge-  
setzt. Die Vorbeladung des Adsorptionsmittels mit dem

- 1 Reduktionsmittel hat dabei jeweils so zu erfolgen, daß die zu erzielende Beladungshöhe innerhalb der Zeit erreicht wird, die der jeweils andere Reaktor mit Rauchgas beaufschlagt werden kann. Der Beladungsgrad des Adsorptionsmittels kann z.B. über den Volumenstrom des Reduktionsmittels bzw. dessen Konzentration im Reduktionsmittelgemisch eingestellt werden.

### Beispiel

10

Das Rauchgas einer trockenentaschten Steinkohlenfeuerung weist hinter einer auf Kalkbasis arbeitenden Rauchgasentschwefelungsanlage und der Wiederaufheizung folgende Daten aus:

15

Rauchgasvolumenstrom:	100.000 m <sup>3</sup> /h i.N.
Temperatur :	90 °C
Sauerstoffgehalt :	6,5 Vol. %
SO <sub>x</sub> -Gehalt <	400 mg SO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> i.N.
20 NO <sub>x</sub> -Gehalt :	650 mg/m <sup>3</sup> i.N.
	(gerechnet als NO <sub>2</sub> )

- Der Wanderbettreaktor wird in diesem Beispiel zweistufig ausgeführt, so daß in der 1. Stufe die hinter der Rauchgasentschwefelungsanlage enthaltenen SO<sub>2</sub>-Reste nach dem bekannten Verfahren an kohlenstoffhaltigen Adsorptionsmitteln abgeschieden werden. Das mit Schwefelsäure beladene Adsorptionsmittel wird nach dem bekannten Verfahren thermisch regeneriert und am oberen Kopf des Reaktors wieder 30 aufgegeben.

- Der Wanderbettreaktor zur NO<sub>x</sub>-Abscheidung, der mit Aktivkoks gefüllt ist, hat eine Anströmfläche von ca. 150 m<sup>2</sup> und eine Schichttiefe von 2,0 m. Als Reduktionsmittel 35 wird Ammoniak verwendet, von dem stündlich 17,2 kg benötigt werden. Die erforderliche Ammoniakmenge wird

- 1 a) entweder nur über den Aktivkoks in den Reaktor einge-  
bracht, wobei stündlich 850 kg Aktivkoks aus der Vor-  
beladungsstufe am oberen Kopf des Adsorbers aufgegeben  
wird. Dieselbe Aktivkoksmenge wird am Adsorberfuß abge-  
zogen und in die Vorbeladungsstufe eingeführt, in der  
5 17,2 Kg pro Stunde an Ammoniak vom Aktivkoks adsorbiert  
werden.
- b) im Verhältnis 1 : 1 sowohl über den Aktivkoks in den  
Reaktor eingebracht, als auch durch Eindüsen von Ammo-  
niak in das Rauchgas vor Reaktor. Die stündlich am  
10 Adsorberfuß abgezogene Aktivkoksmenge beträgt 425 kg  
und in das Rauchgas werden 8,6 kg Ammoniak pro Stunde  
eingedüst.
- 15 Das auf diese Weise gereinigte Rauchgas enthält nach dem  
Austritt aus dem Adsorptionsmittelreaktor in beiden Fällen  
a) und b) an Stickoxiden  $195 \text{ mg/m}^3_n$ , gerechnet als  $\text{NO}_2$ .
- 20 Im Fall a) beträgt der Gehalt an überschüssigem Ammoniak  
im gereinigten Abgas  $6,0 \text{ mg/m}^3_n$  und im Fall b)  $10 \text{ mg/m}^3_n$ .

25

30

35

1 STEAG Aktiengesellschaft  
Bismarckstraße 54

4300 Essen 1

5 Stichwort: Vorbeladung

Az. 805

Verfahren zur Abscheidung von  $\text{NO}_x$  aus Gasen, insbesondere Rauchgasen

10

Patentansprüche

1. Verfahren zur Abscheidung von  $\text{NO}_x$  aus Gasen, insbesondere Rauchgasen, bei dem das  $\text{NO}_x$  aus dem Rauchgas an einem festen Adsorptionsmittel, insbesondere Aktivkohle/Aktivkoks, unter Zugabe eines Reduktionsmittels, insbesondere Ammoniak, CO, Wasserstoff, katalytisch abgetrennt wird und bei dem das Adsorptionsmittel mehrmals hintereinander mit dem zu entstickenden Gas in Kontakt gebracht wird,

20

dadurch gekennzeichnet,

daß das Adsorptionsmittel mit zumindest einem Anteil an Reduktionsmittel vorbeladen und danach mit dem zu entstickenden Gasstrom in Berührung gebracht wird.

25

2. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

30

daß die Vorbeladung durch Zusammenführen eines Adsorptionsmittelstromes und eines Reduktionsmittelstromes in Gleichstrom, Gegenstrom oder Kreuzstrom oder durch Durchströmen eines ruhenden Adsorptionsmittelbetts mit dem Reduktionsmittel erfolgt.

35

1 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet,

5 daß das beladene Adsorptionsmittel in einen vorentschwefelten Rauchgasstrom eingebracht wird, der nach der Entschwefelung auf eine Temperatur von 60 °C - 180 °C, vorzugsweise 80 °C - 180 °C gebracht wird.

10 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 3,

dadurch gekennzeichnet,

15 daß das vorbeladene Adsorptionsmittel einem Wanderbettreaktor aufgegeben wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 3,

dadurch gekennzeichnet,

20

daß das vorbeladene Adsorptionsmittel einem Festbettreaktor aufgegeben wird.

25 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 5,

dadurch gekennzeichnet,

30 daß das zu entstickende Abgas und das Reduktionsmittel zwei Adsorptionsmittelreaktoren aufgegeben wird derart, daß in einem die Abscheidung von  $\text{NO}_x$  und in dem anderen die Vorbeladung mit dem Reduktionsmittel erfolgt.

35 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 6,

dadurch gekennzeichnet,

daß zur Vorbeladung das Reduktionsmittel in Zumischung mit einem Verdünnungsgas verwendet wird.

1 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 7,

dadurch gekennzeichnet,

5 daß das bei der Vorbeladung überschüssige Reduktionsmittel im zu entstickenden Abgasstrom vor dessen Kontakt mit dem vorbeladenen Adsorptionsmittel zugesetzt wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 8,

10

dadurch gekennzeichnet,

15 daß frisches Adsorptionsmittel zum Ausgleich des Abriebs dem Adsorptionsmittel bei Vorbeladung zugesetzt wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 9,

dadurch gekennzeichnet,

20

25 daß die Vorbeladung des Adsorptionsmittels über die Feststoffverweilzeit mit dem Reduktionsmittel, die Konzentration des Reduktionsmittels im Beladungsgas und/oder die Temperatur in der Vorbeladungsstufe eingestellt wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 10,

dadurch gekennzeichnet,

30

35 daß entsprechend der Menge der abzuscheidenden Stickoxide ein Anteil von 20 % - 100 %, vorzugsweise 50 % - 100 %, der erforderlichen Reduktionsmittelmenge in eine Vorbeladungsstufe eingeleitet und dort vom Adsorptionsmittel aufgenommen wird, während die verbleibenden Anteile an Reduktionsmittel von 80 % - 0 %, vorzugsweise 50 % - 0 %,

1 in das Abgas vor dessen Inberührungbringen mit dem  
beladenen Adsorptionsmittel zugesetzt werden.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 11,

5

dadurch gekennzeichnet,

daß das Molverhältnis vom insgesamt verwendeten Re-  
duktionsmittel zum abgeschiedenen Stickoxid im Falle  
10 der Verwendung von Ammoniak als Reduktionsmittel zwi-  
schen 0,9 und 1,2 liegt.

13. Anlage zur Abscheidung von  $\text{NO}_x$  gemäß dem Verfahren  
nach einem der Ansprüche 1 - 12 mit einem Adsorptions-

15

mittelreaktor,

dadurch gekennzeichnet,

daß dem Adsorptionsmittelreaktor ein Vorbeladungsge-  
20 fäß vorgeschaltet ist, der mit einem Reduktionsmittel-  
vorrat zur Vorbeladung des Adsorptionsmittels verbun-  
den ist.

25

30

35



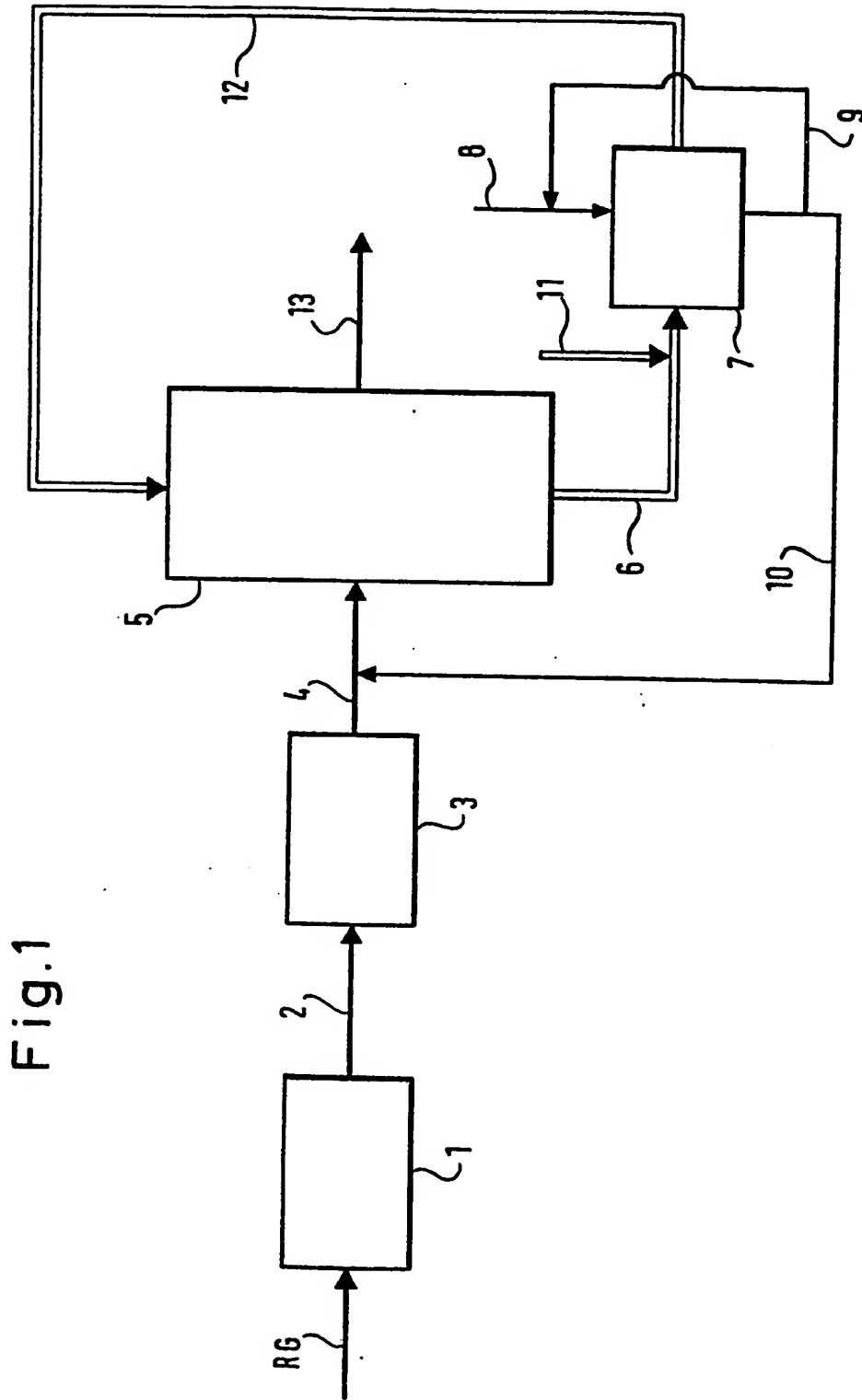


Fig.1

Fig. 2

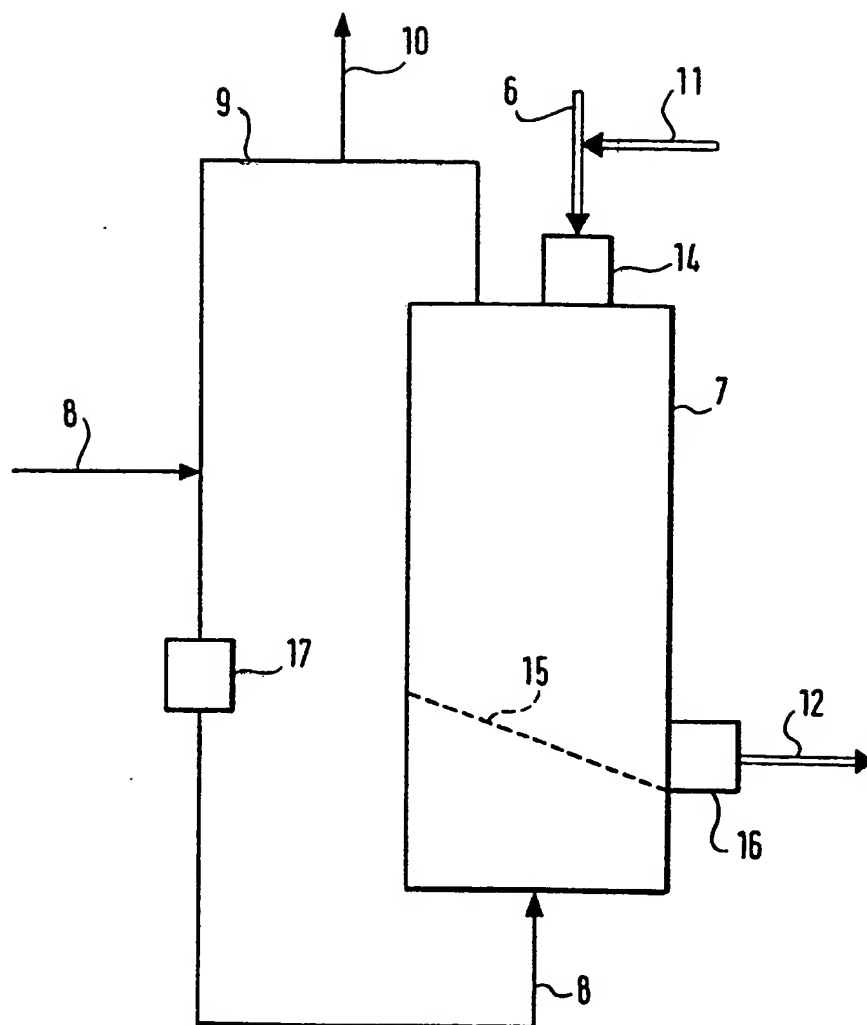


Fig. 3

